ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ВАКУУМНО-ПЛОТНЫЕ

ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

ОСТ4 Г0.010.033

Редакция 1—73

Издание официальное

Проверен 8 1987г

1973

УДК 666.595.62-11(083.74) 1984г. Группа В05

(3) Проверен в 1985г.

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

Срок действия продлен до 1 января

СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ВАКУУМНО-ПЛОТНЫЕ

Типы и основные размеры

ОСТ4 ГО.010.033
Редакция 1-73

Директивным письмом организации от 15 марта 1973 г. № 22-108/19/151 срок ~~введения~~ действия установлен с 1 января 1974 г. до 1 января 1991г. (2)

Настоящий стандарт устанавливает типовые конструкции и основные размеры металлокерамических вакуумно-плотных соединений и сочетания материалов для их изготовления.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В стандарте приводятся следующие типовые конструкции металлокерамических соединений:

- торцевая;
- охватывающая цилиндрическая;
- охватывающая конусная;
- штырьковая.

1.2. Прочность и надежность металлокерамических соединений зависит от их размеров и конфигурации, физико-механических свойств соединяемых материалов и способа изготовления соединения. Влияние размеров и конфигурации рассматривается в разделе 2, влияние физико-механических свойств соединяемых материалов и способа изготовления - в приложении 1 настоящего стандарта.

1.3. Технология изготовления металлокерамических соединений устанавливается ОСТ4 ГО.054.064-85

1.4. Шероховатость поверхностей металлических и керамических деталей, идущих под соединение, должна быть от 5 до 7-го класса.

1.5. Расстояние от места соединения керамики с металлом до места последующего присоединения металла к металлу не должно быть менее 10 мм.

1.6. Металлокерамические соединения, изготовленные с применением металлического припоя (активная пайка, пайка предварительно металлизированной керамики), изображаются на чертежах как паяные соединения по ГОСТ 2.313-68 82.

1.7. Соединения, изготовленные с помощью глазури, на чертежах изображаются как клеевые соединения по ГОСТ 2.313-68.

1.8. Соединения, изготовленные термокомпрессионной сваркой, изображаются на чертежах как сварные соединения по ГОСТ 2.312-72.

1.9. Способ изготовления металлокерамического соединения указывается в технических требованиях. Например: "Соединения выполнить термокомпрессионной сваркой".

Выбор способа изготовления производится после выбора конструкции и материалов на основе данных приложения 1 настоящего стандарта.

1.10. Примеры оформления чертежей на металлокерамические соединения приводятся в приложении 2 (черт.2-5).

1.11. Материалы для изготовления вакуумно-плотных металлокерамических соединений приведены в приложении 3.

2. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

2.1. Торцевая конструкция

2.1.1. Торцевая конструкция металлокерамического соединения представляет собой сочленение керамической и металлической детали по плоскости. В силу этого она требует либо согласованности коэффициентов термического расширения керамики и металла, либо определенных условий соединения.

2.1.2. В случае соединения несогласованных по тепловому расширению материалов для равномерного (симметричного) распределения напряжений в торцевом соединении применяют компенсатор-кольцо из керамики или металла с тем же коэффициентом термического расширения, что у основной керамической детали.

2.1.3. Допускается соединение несогласованных по тепловому расширению материалов без компенсатора, если металлическая деталь тонкая (в среднем около 0,5 мм) и выполнена из металла с низким модулем упругости (меди, титана), а керамическая деталь сравнительно массивная (толщина стенки не менее 2 мм, высота не менее 3 мм).

2.1.4. Типовые торцевые конструкции металлокерамических соединений приведены на черт.1. Конструктивные размеры соединений выбираются по табл.1 и 2.

2.1.5. Для торцевых конструкций основным размером является толщина металла в зоне спая.

2.1.6. Для торцевой конструкции с металлической манжетой в виде чашечки (см.черт. 1, б) и для соединения керамического диска с металлической манжетой (см.черт.1, в) толщину металла в зоне спая необходимо брать по минимальным табличным значениям. Для медных деталей она должна быть равной 0,5 мм.

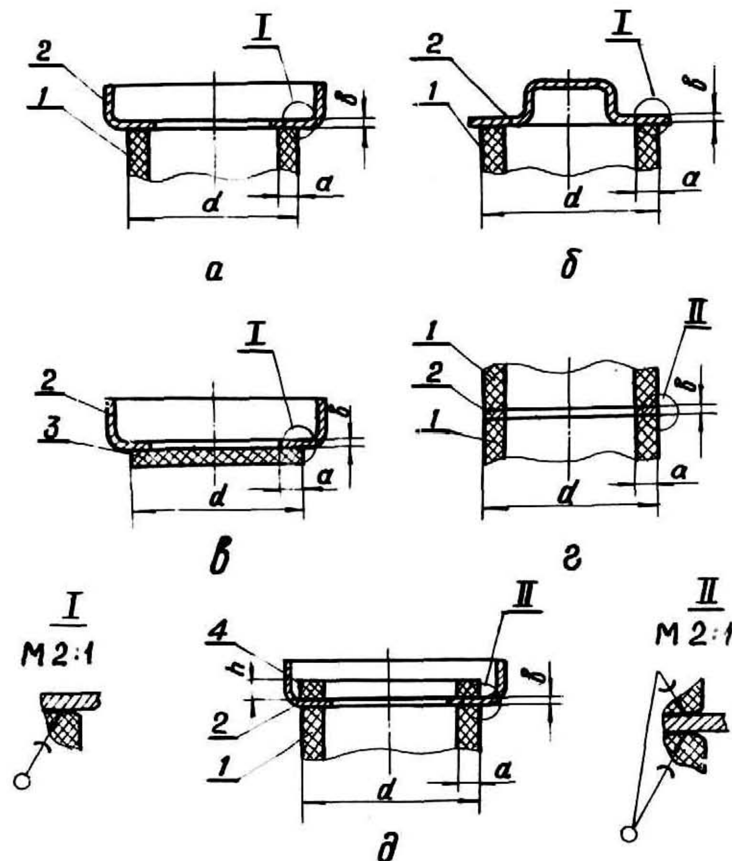
Таблица 1

Размеры конструктивных элементов торцевых некомпенсированных металлокерамических соединений, мм

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, $в$	Способ соединения
Медь МО б	От 10 до 25 Св.25 " 50 " 50 " 75 " 75 " 100	От 1 до 4 " 3 " 8 " 5 " 11 " 7 " 14	От 0,2 до 0,4 " 0,3 " 0,6 " 0,4 " 0,8 " 0,6 " 1,0	Пайка металлизированной керамики
Титан ВТ1-0	От 5 до 20 Св.20 " 50	От 1,5 до 3 " 2 " 5	От 0,3 до 0,5 " 0,4 " 0,6	Активная пайка
Сплав 38НКД	От 5 до 20 Св.20 " 40	От 1,5 до 4 " 2 " 6	От 0,3 до 0,5 " 0,4 " 0,6	

Примечание. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

Типовые торцевые конструкции металлокерамических соединений



а, б, в – некомпенсированные конструкции;
г, д – компенсированные конструкции

1 – керамическое кольцо; 2 – металлическая манжета; 3 – керамический диск; 4 – керамический компенсатор

Черт.1

Таблица 2

Размеры конструктивных элементов торцевых компенсированных металлокерамических соединений, мм

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, b	Способ соединения	
Медь М0б	~~От 10 до 150~~	~~От 0,2 до 6,0~~	~~От 0,3 до 0,6~~	Термокомпрессионная сварка	(3)
	От 10 до 75 Св.75 до 100 ″ 100 до 150	От 1,5 до 6,0 ″ 5,0 ″ 8,0 ″ 6,0 ″ 10,0	От 0,5 до 0,7 ″ 0,5 ″ 0,8 ″ 0,5 ″ 1,0	Пайка металлизированной керамики	
Сплав 29НК	От 10 до 25 Св. 25 ″ 50 ″ 50 ″ 75 ″ 75 ″ 100	От 1,5 до 4,0 ″ 4,0 ″ 6,0 ″ 5,0 ″ 6,0 ″ 5,0 ″ [illegible]	От 0,3 до 0,4 ″ 0,3 ″ 0,5 ″ 0,4 ″ 0,5 ″ 0,4 ″ 0,5		
	~~От 10 до 75~~	~~От 2,0 до 6,0~~	~~От 0,3 до 0,5~~	Термокомпрессионная сварка	(3)
Титан ВТ1-0	От 10 до 25 Св. 25 ″ 50 ″ 50 ″ 75	От 1,5 до 4,0 ″ 3,0 ″ 5,0 ″ 3,0 ″ 6,0	От 0,6 до 0,8 ″ 0,6 ″ 1,0 ″ 0,8 ″ 1,2	Активная пайка	
Сплав 38НКД	От 25 до 50	От 2,0 до 6,0	От 0,6 до 1,0		

Примечания: 1. В случае необходимости допускается увеличение толщины медной манжеты в зоне спая b до 1,5 мм при диаметре d от 40 до 75 мм и до 2,5 мм при диаметре d от 75 до 150 мм.

2. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2.1.7. Высота керамического компенсатора h рассчитывается по формуле

$$h \geq 0{,}5\sqrt{a\frac{d}{2}},$$

где a – ширина зоны спая;

d – условный диаметр спая.

2.1.8. Неплоскостность манжет и керамики для соединений диаметром до 75 мм не должна быть более 0,05 мм, а для соединений диаметром свыше 75 мм – более 0,07 мм. Непараллельность торцов керамики для паяных соединений диаметром до 75 мм не должна быть более 0,05 мм, для соединений диаметром свыше 75 мм – более 0,1 мм. Непараллельность торцов керамики для сварных соединений не должна быть более 0,05 мм.

2.1.9. На керамических деталях в месте спая следует делать фаску под углом 45° размером 0,5 мм.

2.1.10. Торцевые некомпенсированные конструкции используют при отсутствии нагрузок или при малых механических и тепловых нагрузках на соединение. В остальных случаях следует применять компенсированные конструкции, отличающиеся большей прочностью и термостойкостью.

2.1.11. В торцевых конструкциях припой используют либо в виде фольги, помещаемой между соединяемыми деталями, либо в виде проволоки, располагаемой по периметру шва.

2.1.12. Торцевые конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, волноводных окон, выводов энергии и пр.

2.2. Охватывающая цилиндрическая конструкция

2.2.1. Охватывающая цилиндрическая конструкция представляет собой сочленение по боковой поверхности двух цилиндров: наружного металлического и внутреннего керамического.

2.2.2. Для охватывающей цилиндрической конструкции необходимо, чтобы коэффициент термического расширения металла был несколько больше, чем у керамики.

2.2.3. Не рекомендуется применять для изготовления охватывающих конструкций металлы, сильно отличающиеся от керамики по коэффициенту термического расширения и обладающие одновременно малой пластичностью (высокие модуль упругости и предел текучести).

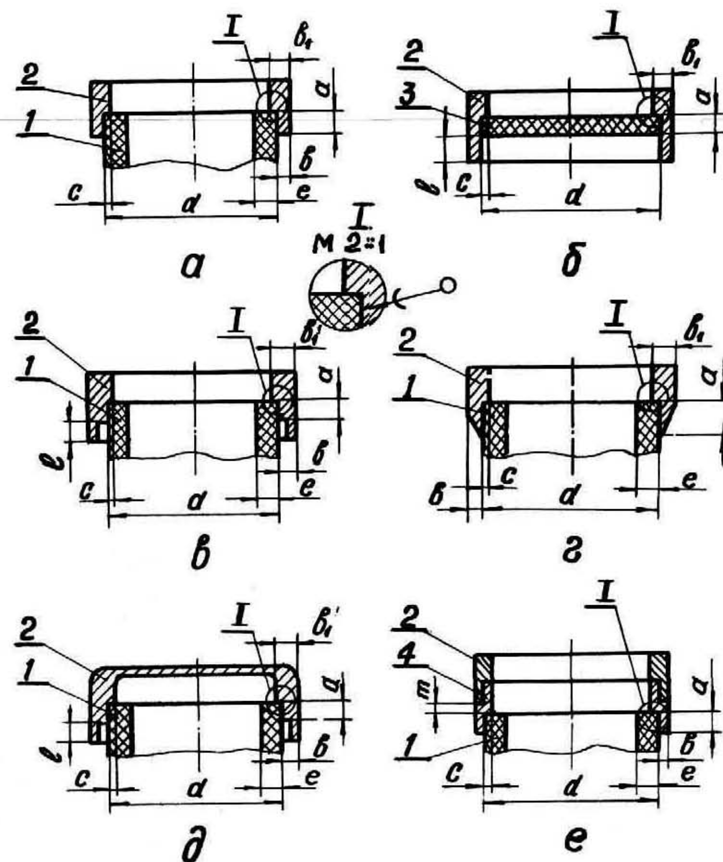
2.2.4. Типовые охватывающие цилиндрические конструкции металлокерамических соединений показаны на черт.2. Конструктивные размеры соединений выбираются по табл.3, а размеры соединения, показанного на черт. 2, б – по табл.4.

2.2.5. Охватывающие цилиндрические конструкции следует применять для изготовления соединений диаметром не более 80 мм.

2.2.6. Для охватывающих цилиндрических конструкций основными размерами являются толщина керамики и металла в зоне спая и ширина зоны спая.

2.2.7. Для фиксации керамического цилиндра относительно металлического в последнем следует делать расточку с величиной "ступеньки" c от 0,2 до 0,3 мм (см.черт.2).

Типовые охватывающие цилиндрические конструкции металлокерамических соединений



а и б – простейшие конструкции; в – конструкция с компенсирующим концом; г – конструкция с фаской; д – конструкция с металлической манжетой в виде колпачка; е – двойная охватывающая конструкция

1 – керамический цилиндр; 2 – металлическая манжета
3 – керамический диск; 4 – титановая втулка

Черт.2

Таблица 3

Размеры конструктивных элементов охватывающих цилиндрических металлокерамических соединений,

мм

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, b	Толщина стенки керамического цилиндра, l	Способ соединения
Сплав 29НК	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50 " 50 " 75	От 2,0 до 2,5 " 3,0 " 4,0 " 4,0 " 6,0 " 5,0 " 7,0	От 0,3 до 0,5 " 0,3 " 0,5 " 0,5 " 0,8 " 0,8 " 1,0	От 1,5 до 2,5 " 2,0 " 4,5 " 3,0 " 6,0 " 4,0 " 6,0	Пайка металлизированной керамики
Сплав 47НД	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50	От 2,0 до 2,5 " 2,0 " 4,0 " 3,0 " 5,0	От 0,3 до 0,5 " 0,5 " 0,8 " 0,8 " 1,2	От 1,5 до 2,5 " 2,0 " 4,5 " 3,0 " 6,0	
Медь МОб	От 5 до 10 Св. 10 " 25	От 2,0 до 2,5 " 3,0 " 4,0	0,5 От 0,5 до 0,7	От 1,5 до 2,5 " 2,0 " 4,5	
Сталь ~~Х18Н10Т~~ 12Х18Н10Т	От 5 до 10	От 2,0 до 2,5	От 0,2 до 0,3	От 1,5 до 2,5	

Продолжение

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, b	Толщина стенки керамического цилиндра, l	Способ соединения
Титан ВТ1-0	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50 " 50 " 75	От 2,0 до 3,0 " 3,0 " 4,0 " 3,0 " 5,0 " 4,0 " 6,0	От 0,8 до 1,0 " 1,5 " 2,5 " 2,0 " 3,0 " 2,0 " 3,0	От 1,5 до 2,5 " 2,0 " 4,5 " 3,0 " 6,0 " 4,0 " 6,0	Активная пайка
Сплав 38НКД	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50 " 50 " 75	От 2,0 до 3,0 " 3,0 " 4,0 " 3,0 " 5,0 " 4,0 " 6,0	От 0,5 до 0,8 " 0,8 " 1,2 " 1,0 " 1,5 " 1,0 " 1,5	От 1,5 до 2,5 " 2,0 " 4,5 " 3,0 " 6,0 " 4,0 " 6,0	

Примечания: 1. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2. Для титана толщина металла вне зоны спая b_1 должна быть в 1,5 раза меньше толщины металла в зоне спая b. Для других металлов $b_1 = b$.

Таблица 4

Размеры конструктивных элементов охватывающих соединений металлического цилиндра с керамическим диском, мм

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, b	Способ соединения
Сплав 29НК	От 5 до 10 " 10 " 25 " 25 " 50	От 2 до 4 " 2 " 5 " 3 " 6	0,3 0,5 От 0,5 до 1,0	Пайка металлизированной керамики
Медь МС6	От 5 до 10 Св.10 " 50	От 2 до 4 " 2 " 6	0,5 От 0,5 до 0,8	
Сталь ~~Х18Н10Т~~ (2) 12Х18Н10Т	От 5 до 40	От 2 до 6	От 0,2 до 0,5	
Титан ВТ1-0	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50	От 2 до 6 " 2 " 5 " 3 " 6	0,5 От 0,8 до 1,0 1,0	Активная пайка

Примечания: 1. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2. Для титана толщина металла вне зоны спая b_1 должна быть в 1,5 раза меньше толщины металла в зоне спая b. Для других металлов $b_1 = b$.

(3) 3. Разрешается конструктивное оформление охватывающего цилиндрического соединения в виде сочленения керамического диска толщиной более 1 мм с массивной титановой деталью, имеющей толщину металла в зоне спая выше, чем указано в таблице, при услови симметричного расположения диска относительно высоты титановой детали.

2.2.8. С целью уменьшения напряжений и повышения надежности охватывающей цилиндрической конструкции рекомендуется на металлическом цилиндре иметь фаску (см.черт.2,г) или компенсирующий конец (см.черт.2,б,в,д), длина которого

$$l = 0,5\sqrt{b\frac{d}{2}},$$

где b - толщина металла в зоне спая;

d - диаметр спая.

2.2.9. Для удобства сборки металлической детали с керамической на последней следует делать фаску под углом 45° размером 0,5 мм.

2.2.10. Для соединений, в которых металлическая деталь имеет форму колпачка (см.черт.2, д), следует использовать пластичные металлы с коэффициентом термического расширения, близким к керамике.

2.2.11. Двойную охватывающую цилиндрическую конструкцию (см.черт.2, е) следует применять для присоединения манжет из железоникелевых сплавов (29НК, 47НД) к керамике через титановую втулку методом активной пайки. Расстояние m между керамикой и манжетой не должно быть менее 1 мм при d от 10 до 25 мм и менее 3 мм при d от 25 до 50 мм.

2.2.12. Посадки, обеспечивающие получение вакуумноплотных охватывающих цилиндрических конструкций, приведены в приложении 4.

2.2.13. В охватывающих цилиндрических конструкциях припой используют в виде проволоки, располагаемой по периметру шва свободно или в технологической канавке, выточенной в металлическом цилиндре. Ширина канавки должна быть равна диаметру припоя, а глубина - на 0,1 мм больше.

2.2.14. Охватывающие цилиндрические конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, выводов энергии, волноводных окон и пр.

2.3. Охватывающая конусная конструкция

2.3.1. Охватывающая конусная конструкция представляет собой сочленение по конической поверхности двух деталей: наружной металлической и внутренней керамической.

2.3.2. Охватывающие конусные конструкции следует применять для материалов с большой разницей в коэффициентах термического расширения, особенно при больших диаметрах соединения.

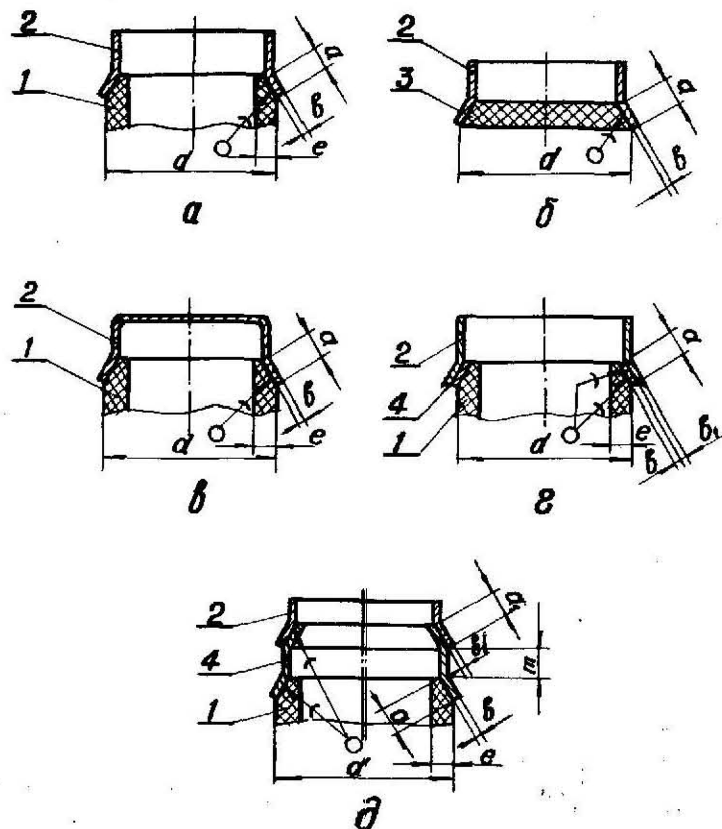
2.3.3. Угол при вершине конуса должен находиться в пределах от 10 до 30°.

2.3.4. Типовые охватывающие конусные конструкции металлокерамических соединений приведены на черт.3. Конструктивные размеры соединений выбираются по аналогии с охватывающими цилиндрическими конструкциями (см.табл.3 и 4).

2.3.5. Для охватывающих конусных конструкций основными размерами являются толщина керамики и металла в зоне спая и ширина зоны спая.

2.3.6. Двойная охватывающая конусная конструкция рекомендуется для присоединения металлов к керамике через титановую втулку методом активной пайки. Толщину металла в зоне спая (см.черт.3, г и д) следует брать от 1 до 2 мм. При этом для металлов с низким модулем упругости (медь и т.п.) следует выбирать конструкцию, приведенную на черт.3, г, а для металлов с большим модулем упругости (сталь ~~Х18Н10Т~~ 12Х18Н10Т и т.п.) - приведенную на черт.3, д. Расстояние между швами m не должно быть менее 5 мм.

Типовые охватывающие конусные конструкции металлокерамических соединений



а и б - простейшие конструкции; в - конструкция с металлической манжетой в виде колпачка; г и д - двойные охватывающие конструкции

1 - керамический цилиндр; 2 - металлическая манжета; 3 - керамический диск; 4 - титановая втулка

Черт.3

2.3.7. При конструировании двойных охватывающих конусных соединений величина $a_1 \approx a$, а величина $b_1 \leq b$ (см.черт.3, г, д).

2.3.8. Если диаметр спая охватывающей конусной конструкции больше, чем указанные в табл.3 и 4, то толщину металла в зоне спая берут от 1 до 1,5 мм, а ширину зоны спая оставляют в пределах, указанных в таблице для наибольших диаметров спая.

2.3.9. В охватывающих конусных конструкциях припой используют в виде проволоки, располагаемой по периметру шва свободно или в технологической канавке, выточенной в металлической манжете. Ширина канавки должна быть равна диаметру припоя, а глубина – на 0,1 мм больше.

2.3.10. Охватывающие конусные конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, оболочек приборов, выводов энергии и пр.

2.4. Штырьковая конструкция

2.4.1. Штырьковая конструкция представляет собой соединение, в котором керамическая деталь охватывает по цилиндрической поверхности металлическую деталь с малым диаметром (штырь).

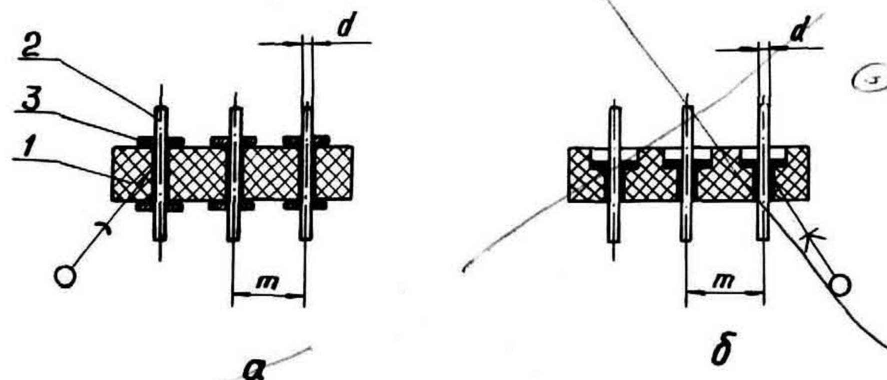
2.4.2. В штырьковых конструкциях несогласованность теплового расширения керамики и металла частично компенсируется малым диаметром штыря.

2.4.3. Типовая штырьковая конструкция приведена ~~Типовые штырьковые конструкции приведены~~ на черт.4. Конструктивные размеры штырьковых соединений выбираются по табл.5.

2.4.4. В штырьковой конструкции, показанной на черт.4,а, припой используется в виде проволоки, располагаемой в контакте с титановой шайбой. ~~В конструкции, показанной на черт.4, б, роль припоя выполняет глазурь, помещаемая в углубление керамической детали.~~

Примечание. В конструкции, показанной на черт. 4,б, допускается пайка с

Типовая ~~Типовые~~ штырьковая ~~штырьковые~~ конструкция ~~конструкции~~ металлокерамических соединений



~~а~~ – конструкция с титановыми шайбами; ~~б – конструкция с использованием глазури~~

1 – керамическая деталь; 2 – штырь; 3 – титановая шайба

Черт. 4

2.4.5. Штырьковые конструкции применяются при изготовлении ножек электровакуумных приборов, многоэлектродных токовых вводов и пр.

Таблица 5

Размеры конструктивных элементов штырьковых соединений, мм

Материал штыря	Диаметр штыря, d	Диаметр отверстия под штырь	Диаметр титановой шайбы: наружный	Диаметр титановой шайбы: внутренний	Толщина титановой шайбы	Расстояние между штырями, m, не менее	Способ соединения
Сплав 29НК, молибден МК	0,85 0,80 1,50 2,00 3,00	~~0,75~~ 0,70 0,85 1,55 ~~2,10~~ 2,05 ~~3,10~~ 3,05	2,5 2,5 3,5 6,0 8,0	0,70 0,85 1,55 ~~2,00~~ 2,05 ~~3,00~~ 3,05	0,3 0,3 0,3 0,3 0,3	5	Активная пайка через титановые шайбы
~~Молибден МК~~	~~0,50~~ ~~0,80~~ ~~1,00~~	~~0,60~~ ~~0,90~~ ~~1,10~~	– – –	– – –	– – –	~~1,0~~ ~~1,6~~ ~~2,0~~	~~Пайка~~ глазурью
Сплав 29НК	0,40 0,60	0,45 0,65	1,4 1,6	0,45 0,65	0,1 0,1	25 5	Активная пайка через титановые шайбы

Приложение 1

СОЧЕТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Материалы для изготовления металлокерамических соединений должны выбираться на основании технических требований к изделию и физико-механических свойств соединяемых металла и керамики. Сочетания материалов и температуростойкость получаемых соединений приводятся в таблице:

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °C	Максимальная температура нагрева соединения, °C
		Торцевые конструкции			
Корундовая, ВК 94-1, ВК 100-1(?), ~~Алюмооксидная (22ХС, М-7, А-995)~~ (ВК 100-2)	Титан ВТ1-0	ПСр 72 Медь ПМГрОб10-1-Д1 Никель	Активная пайка	500 700 700 700	750 ~~900~~ 800 800 950
	Медь МОб	ПСр 72 ~~ПЗлМ37В~~	Пайка металлизированной керамики	500 ~~800~~	750 ~~900~~

Продолжение

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °С	Максимальная температура нагрева соединения, °С
	Сплав 29НК	ПСр 72 плюс титан*	Активная пайка	500	750
		ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	500	750
		Медь (handwritten) ПМГрОБ 10-1-0,1 плюс титан*	Активная пайка	900 (handwritten); 800 (struck through) 700 (handwritten)	1000 (handwritten); 900 (struck through) 800 (handwritten)
		ПМГрОБ 10-1-0,1	Пайка металлизированной керамики	800	900
		–	То же	1250	1250

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °С	Максимальная температура нагрева соединения, °С
	Сплав 38НКД (struck through)	ПрМНЖКТ 5-0,1-0,1-22 (struck through)	Активная пайка (struck through)	900 (struck through)	1000 (struck through)
Форстеритовая (ЛФ-11) (struck through) (handwritten code, not legible)	Титан ВТ1-0	ПСр 72	Активная пайка	500	750
		Никель		700	950
		Охватывающие конструкции			
Алюмооксидная (22ХС, М-7, А-995) (struck through) корундовая (ВК 94-1, ВК 100-2) ВК100-1 (handwritten)	Титан ВТ1-0 ~~ВК100-2, ВК100-1~~	ПСр 72	Активная пайка	500	750
		Медь ПМГрОБ 10-1-0,1 (handwritten)		700 (struck through) 400 (handwritten)	900 (struck through) 800 (handwritten)
		Никель		700	950
	Медь МОб	ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	500	750
		ПЗлМ37В (struck through)		800 (struck through)	900 (struck through)
		ПСр 72 плюс титан**	Активная пайка	500	750
		ПрМНЖКТ 5-0,1-0,1-22 (struck through)	То же (struck through)	900 (struck through)	1000 (struck through)

* Титан в виде шайбы.

** Титан в виде жесткой втулки.

Продолжение

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °С	Максимальная температура нагрева соединения, °С
	Сталь ~~Х18Н10Т~~ 12Х18Н10Т	ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	400	500
		ПСр 72 плюс титан*	Активная пайка	500	750
	Сплавы 29НК, 47НД, 38НКД	ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	500	750
		Медь		900	1000
		ПСр 72 плюс титан*	Активная пайка	500	750
		~~ПрМНЖКТ 5-0,1-0,1-22~~	~~То же~~	~~900~~	~~1000~~

		Штырьковые конструкции			
~~Алюмооксидная (22ХС, М-7, А-995)~~ Корундовая ВК 94-1, ВК 100-2) ВК 100-1	Молибден МК	ПСр72 плюс титан*	Активная пайка	500	750
		~~Глазурь БВ-22~~	~~Пайка глазурью~~	~~800~~	~~800~~
		~~Глазурь СК-27~~	~~Пайка глазурью~~	~~1000~~	~~1000~~
	Сплав 29НК	ПСр72 плюс титан*	Активная пайка	500	750
		Медь плюс титан*		650	800
Форстеритовая (Ф-II)	Сплав 29НК	ПСр72 плюс титан*	Активная пайка	500	750

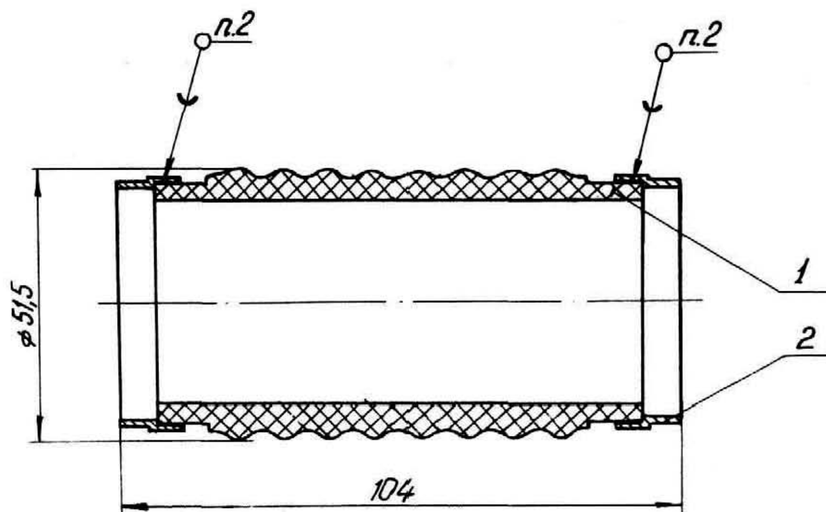
* Титан в виде шайбы

Примечание. Из корундовых материалов для пайки с предварительной металлизацией предпочтительно применять керамику ВК 94-1. Для активной пайки одинаково пригодны все марки корундовой керамики. Керамика ВК 100-2 рекомендуется для ответственных изделий, работающих при высоких температурах.

средам ... онной ... Ср 72. ... сутст- ... мпера-

Для пайки с предварительной металлизацией предпочтительно применять керамику М-7 и 22ХС. Для активной пайки одинаково пригодны все марки алюмооксидной керамики. Керамика А-995 рекомендуется для ответственных изделий, работающих при высоких температурах.

Пайка металлизированной керамики (охватывающая цилиндрическая конструкция)

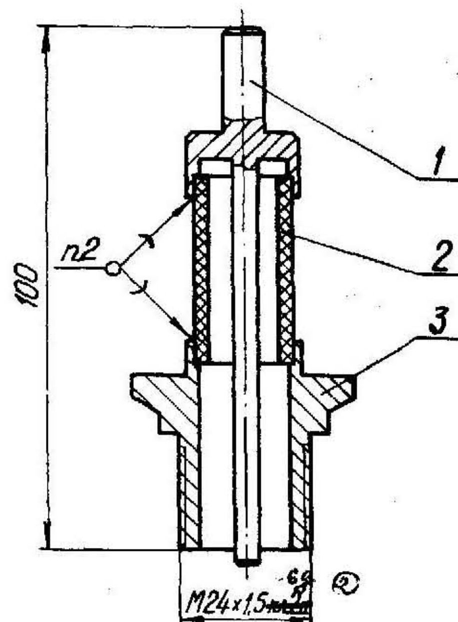


1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить пайкой металлизированной керамики припоем ММ ~~1005~~ ГОСТ ~~13339-67~~ 2112-79

1 – керамический изолятор; 2 – металлическая манжета

Черт.2

Активная пайка
(охватывающая цилиндрическая конструкция)

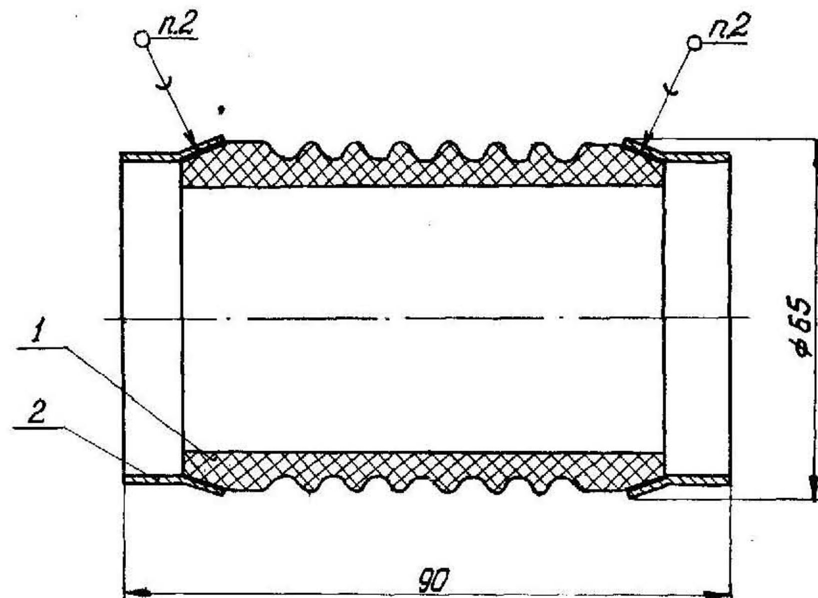


1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить активной пайкой припоем ПСр 72 ГОСТ ~~8190-56.~~ 19746-74

1, 3 – титановая манжета; 2 – керамический изолятор

Черт. 3

Пайка металлизированной керамики
(охватывающая конусная конструкция)



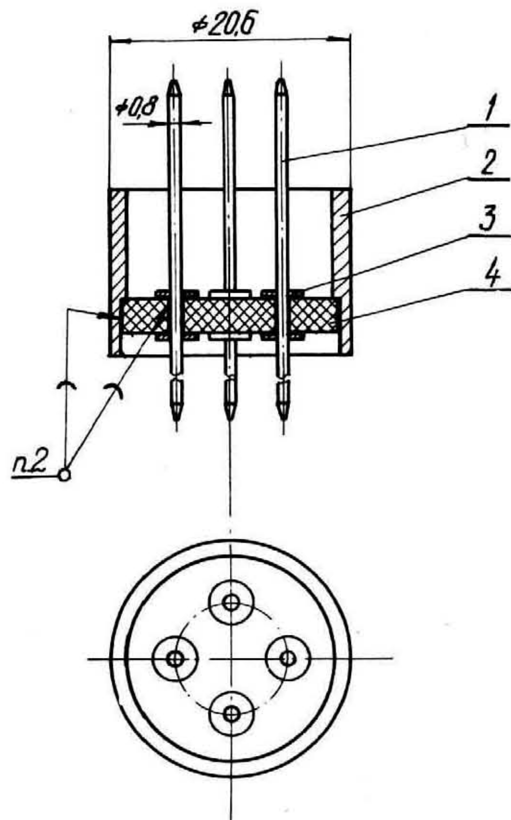
1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить пайкой металлизированной керамики припоем ММ ~~М06~~ ГОСТ ~~13339-67.~~ 2112-79

1 – керамический изолятор; 2 – металлическая манжета

Черт.4

Активная пайка

(штырьковая и охватывающая цилиндрическая конструкции)



1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить активной пайкой припоем ПСр 72 ГОСТ ~~8190-56~~ 19746-74. (2)

1 – штырь из сплава 29НК; 2 – титановая манжета; 3 – титановая шайба; 4 – керамический изолятор

Черт. 5

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Наименование	ГОСТ или ТУ
Металлы	
Ленты из бескислородной меди для ~~электровакуумной промышленности~~ электронной техники марки МОб	ГОСТ 15471-~~70~~ 77 (2)
Ленты из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом ~~теплового~~ линейного расширения марок 29НК, 38НКД, 47НД	ГОСТ 14080-~~68~~ 78 (2)
Листы из ~~титанового сплава~~ титана марки ВТ1-0	~~ОСТ 190042-71~~ ГОСТ 22178-76 (2)
Проволока молибденовая марки МК	~~ТУ № 48-9-47-67~~ ГОСТ 18905-73 (2)
Проволока из прецизионных температурных сплавов с заданным коэффициентом ~~теплового~~ линейного расширения марок 29НК, 38НКД, 47НД	ГОСТ 14081-~~68~~ 78 (2)
Прутки из бескислородной меди для электровакуумной промышленности марки ~~МБ~~ МОб (2)	ГОСТ 10988-~~64~~ 75 (2)
Прутки из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом ~~теплового~~ линейного расширения марок 29НК, 47НД, 38НКД (3)	ГОСТ 14082-~~68~~ 78 (3)
~~Прутки из прецизионного сплава марки 38НКД~~	~~ЧМТУ 782-62~~

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Прутки из жаропрочной стали марки ~~Х18Н10Т~~ 12Х18Н10Т (2)	ГОСТ ~~10500-63~~ 5949-75 (2)
Прутки ~~прессованные~~ катаные из ~~титанового сплава~~ титана марки ВТ1-0	~~АМТУ 487-2А-66~~ ~~ОСТ 1 90173-75~~ ГОСТ 26492-85
Керамика	
~~Алюмооксидный керамический материал марки А-995~~	~~ТС0.027.023 ТУ~~
Керамика вакуумплотная ~~Материалы керамические для электровакуумной промышленности~~ марок М-7, 22ХС ЛФ-II ВК 94-1, ВК 100-2, ВГ 52.42-1, ВК100-1 (3)	~~аЯ0.027.002 ТУ~~ ТУ11-78 аЯ0.027.002 ТУ
Припои	
Ленты из бескислородной меди для ~~электровакуумной промышленности~~ электронной техники марки МОб	ГОСТ 15471-~~70~~ 77 (2)
Ленты ~~никелевые и из кремнистого никеля марки~~ из никеля марки НП1а НП2 (2)	ГОСТ 2170-~~62~~ 73 (2)
~~Полосы припоя марки ПрМНЖКТ 5-0,1-0,1-22~~	~~ТУ48-21/ОП-11-72~~
Проволока медная круглая ~~из вакуумной и бескислородной меди марок МОб и МВ~~ электротехническая марки ММ	ГОСТ ~~13339-67~~ 2112-79
Проволока из никеля ~~вакуумной плавки для электровакуумной промышленности~~ марки НП2 ~~НП1~~ (2)	ГОСТ ~~10990-64~~ 2179-75 (2)
Припой медно-германиевый марки ПМГр ОБ 10-1-0,1 (3)	ТУ 48-21-628-79

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Проволока из серебряного припоя ~~Припой серебряный~~ марки ПСр 72 (2)	ГОСТ ~~8190-56~~ 19746-74 (2)
~~Фольга и проволока~~ ленты из вакуум-плавленого припоя П3лМ37В ~~ТУ 3.1 П37,5В~~	~~ТУ 4.1-329-77~~ ~~ЦМТУ 07-12-67~~
~~Глазури~~	
~~Глазурь БВ-22~~	~~ТС0.027.024 ТУ~~
~~Глазурь СК-27~~	~~ТС0.027.024 ТУ~~
~~Проволока из вакуум-плавленого припоя П3лМ37,5В~~	~~ТУ 4.1-330-79~~

Приложение 4

Посадки для изготовления охватывающих цилиндрических конструкций

Диаметр спая, мм	Мета[illegible] (сплавы), соединяемые с ~~алюмо-~~ корундовой ~~оксидной~~ керамикой					
	Тит[illegible] ВТ1-0	[illegible]лав Н[illegible]	Сплав 38НКД	Сплав 47НД	Медь М05	Сталь ~~Х18Н10Т~~ 12Х18Н10Т
От 6 до 10	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 (A_3-C_3)
Св. 10 " 18	H9-h8 (A_3-C_3)	H9-h8 $(A-C_3)$	H9-h8 (A_3-C_3)	H7-h6 (A-C)	H7-h6 (A-C)	-
" 18 " 30	(A_3-C_3) H9-h8	(A_3-C_3) H9-h8	(A_3-C_3) H9-h8	(A-C) H7-h6	(A-C) H7-h6	-
" 30 " 50	(A-C) H7-h6	(A-C) H7-h6	(A_3-C_3) H9-h8	-	-	-
" 50 " 80	(A-C) H7-h6	(A-C) H7-h6	(A-C) H7-h6	-	-	-

Примечания: 1. Таблица составлена для условий единичного и мелкосерийного производства. Для крупносерийного производства допускается детали всех размеров изготавливать по H9-h8 по третьему классу точности с последующим селективным подбором.

2. Посадки H7-h6 и H9-h8 выполнять по ОСТ4 ГО.010.207.

~~2. Посадки второго класса точности должны быть выполнены по ОСТ 1012, а посадки третьего класса – по ОСТ 1013.~~

3. Приведенные в скобках обозначения [illegible] соответственно [illegible] действу-

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЯ